UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

Trabalho de Conclusão

Curso de Graduação em Geografia

ANÁLISE AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO WENZEL, RIO CLARO - SP COM USO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA

Ana Júlia Barbosa

Prof. Dr. Roberto Braga

Rio Claro (SP)

2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

ANA JÚLIA BARBOSA

ANÁLISE AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO WENZEL, RIO CLARO - SP COM USO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel e Licenciatura em Geografia.

Rio Claro - SP

2024

B238a

Barbosa, Ana Júlia
Análise ambiental da microbacia do córrego Wenzel, Rio Claro - SP com uso de protocolo de avaliação rápida / Ana Júlia Barbosa. -- Rio Claro, 2024
61 f. : il., tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado e licenciatura - Geografia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientador: Roberto Braga

1. Uso da terra. 2. Micro-bacias hidrográficas. 3. Impacto Ambiental. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

ANA JÚLIA BARBOSA

ANÁLISE AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO WENZEL, RIO CLARO - SP COM USO DE PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA

Trabalho de Graduação apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Bacharel e Licenciatura em Geografia.

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Roberto Braga (orientador)

Profª. Dra. Andréia Medinilha Pancher

Prof. Dr. Rodrigo Silva Lemos

Rio Claro, 13 de dezembro de 2024.

gov.br Documento assinado digitalmente
ANA JULIA BARBOSA
Data: 13/12/2024 14:27:42-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura da aluna

gov.br Documento assinado digitalmente
ROBERTO BRAGA
Data: 13/12/2024 18:28:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Assinatura do orientador

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer e dedicar este trabalho a:

Meus pais, Estela e José, por todo o apoio não somente durante minha trajetória universitária, mas por todo o percurso até este momento. Pelos sermões, pelo amor incondicional e pelo carinho que nunca me faltou. Um reconhecimento especial à minha mãe, a quem sou eternamente grata, que sempre acreditou em mim, sempre esteve ao meu lado e nunca mediu esforços para me auxiliar de todas as formas possíveis e impossíveis: esta conquista também é sua!

Meus avós, Adair e José, por serem maravilhosos e estarem ao meu lado sempre. Vocês são muito especiais e moram eternamente no meu coração!

Minha tia Gleissiane, que sempre me apoiou em minhas decisões, deu-me muito amor e carinho e ensinou-me a gostar tanto da Geografia!

Minha avó Evanir, minha bisavó Teresinha e meu tio Leonardo, por serem pessoas maravilhosas e estarem presentes em minha vida.

À Prefeitura de Rio Claro, em especial aos setores de Cadastro Imobiliário, Desenvolvimento Urbano e Fiscalização de Posturas. Obrigada pelos bons momentos e pela recepção durante todos esses anos de estágio. Um agradecimento especial ao Departamento de Informação Municipal (eterno DESIM!), por marcar essa trajetória na universidade, além da oportunidade de conhecer pessoas maravilhosas: Guilherme, Mariana, Thamiris, Gabriel, Pedro, Luccas, Bruno e Antônio. Sou muito grata por ter conhecido vocês!

Minhas amigas Júlia e Micheli, que são pessoas incríveis. Para meu amigo Vítor (Kabal) e amiga Alessandra, que me incentivaram muito nessa reta final e são pessoas muito queridas para mim.

Aos amigos que fiz na *Red Square*, pelas jogatinas de *Magic*!

Ao meu orientador Roberto Braga, pela paciência e ensinamentos durante todas as etapas deste trabalho.

Ao meu amigo Cesar (Família!), que mesmo de longe sempre me manda vídeos engraçados e alegra meu dia! Saudades dos nossos momentos na Unesp!

Por fim, mas com certeza não menos importante, agradeço ao meu namorado e companheiro Rodrigo, que sempre esteve presente nos bons e maus momentos, que fez essa conquista ser possível! Sou grata em ter você ao meu lado e espero que juntos possamos conquistar tudo que almejamos!

“Vamos viver os nossos sonhos
Temos tão pouco tempo!”
Charlie Brown Jr.

RESUMO

A urbanização causa diversas modificações na paisagem urbana e consequentemente, a supressão da vegetação nativa e dos corpos hídricos urbanos, tornando-se indispensável identificar conflitos de uso da terra e locais de degradação no espaço urbano. O presente trabalho tomou como base a metodologia do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), visando obter resultados confiáveis de forma imediata. A partir dessa metodologia, foram escolhidos cinco pontos ao longo da microbacia do córrego Wenzel, no município de Rio Claro, São Paulo, para a coleta e análise de dados. Através da aplicação do PAR, foi possível classificar o estado de preservação ambiental dos pontos definidos, produzir materiais cartográficos de uso da terra e discutir, com base na bibliografia, como os impactos ambientais, sociais e econômicos resultantes da gestão territorial, uso da terra e urbanização podem dialogar entre si, resultando em um arcabouço teórico para compreender o cenário atual de forma ampla e integrada.

Palavras-chave: Protocolo de Avaliação Rápida. Micro-bacias Hidrográficas. Preservação Ambiental. Impactos Ambientais. Análise do Uso e Ocupação da Terra.

ABSTRACT

Urbanization causes several changes in the urban landscape and consequently, the suppression of native vegetation and urban water bodies, making it essential to identify land use conflicts and places of degradation in urban space. This work was based on the Rapid Assessment Protocol (PAR) methodology, aiming to obtain reliable results immediately. Using this methodology, five points were chosen along the Wenzel stream watershed, in the municipality of Rio Claro, São Paulo, for data collection and analysis. Through the application of PAR, it was possible to classify the state of environmental preservation of defined points, produce land use cartographic materials and discussion, based on bibliography, the environmental, social and economic impacts resulting from territorial management, land use and urbanization can dialogue with each other, resulting in a theoretical framework to understand the current scenario in a broad and integrated way.

Keywords: Rapid Assessment Protocol. Micro Watershed. Environmental Preservation. Environmental Impacts. Land Use and Occupation Analysis.

SIGLAS E ABREVIATURAS

APP - Área de Proteção Permanente

APHRC - Arquivo Público e Histórico de Rio Claro

BH - Bacia Hidrográfica

EPA - Environmental Protection Agency

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

MG - Minas Gerais

PAR - Protocolo de Avaliação Rápida

PMSB - Plano municipal de Saneamento Básico

PERH - Política Estadual dos Recursos Hídricos de São Paulo

RJ - Rio de Janeiro

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

SP - São Paulo

UC - Unidade de Conservação

ZPA - Zona de Proteção Ambiental

ZR - Zona Residencial

ZUD - Zona de Uso Diversificado

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da microbacia do córrego do Wenzel..... 18
Figura 2 – Áreas de Preservação da Microbacia.....25
Figura 3 – Zoneamento Urbano do córrego Wenzel.....34
Figura 4 – Evolução da ocupação na bacia do córrego Wenzel.....35
Figura 5 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do córrego Wenzel..... 36
Figura 6 – Gráfico de Uso e Ocupação da terra na bacia do Córrego Wenzel.....38
Figura 7 – Pontos de coleta..... 39
Figura 8 – Nascente do córrego.....41
Figura 9 – Margens do córrego.....41
Figura 10 – Margens e vegetação..... 42
Figura 11 – Lagoa do Córrego Wenzel..... 42
Figura 12 – Vestígios de queimadas nas imediações do córrego..... 43
Figura 13 – Escoamento de água.....43
Figura 14 – Segmento principal do córrego com resíduos em superfície.....45
Figura 15 – Resíduos domésticos, entulho e de atividade industrial/comercial..... 45
Figura 16 – Margens e vegetação..... 46
Figura 17 – Resíduos sólidos em suspensão..... 47
Figura 18 – Vegetação nas margens do córrego.....47
Figura 19 – Vegetação nas margens..... 48
Figura 20 – Vista da vertente e resíduos sólidos nas margens..... 49
Figura 21 – Sinais de erosão nas margens..... 49
Figura 22 – Vegetação nas margens do córrego no último ponto..... 50
Figura 23 – Canalização que dá origem ao último trecho do córrego..... 51
Figura 24 – União do córrego Wenzel e Córrego da Servidão..... 51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definições de zoneamento urbano municipal..... 22
Quadro 2 – Definições de Zonas Residenciais..... 22
Quadro 3 – Especificações presentes no Código Florestal..... 24
Quadro 4 – Categorias de análise..... 29
Quadro 5 – Parâmetros analisados..... 32
Quadro 6 – Classificação Ambiental..... 33
Quadro 7– Protocolo utilizado na coleta..... 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Uso e Ocupação da Terra na Microbacia do Córrego Wenzel (2007).....37
Tabela 2 – Uso e Ocupação da Terra na Microbacia do Córrego Wenzel (2014).....37
Tabela 3 – Uso e Ocupação da Terra na Microbacia do Córrego Wenzel (2024).....37
Tabela 4 – Resultados obtidos na aplicação do PAR.....52

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO..... 11

2. OBJETIVOS..... 14

4. LOCALIZAÇÃO E BREVE HISTÓRICO DO MUNICÍPIO..... 15

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA DO WENZEL..... 18

4.2 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL..... 20

4.3 LEGISLAÇÃO FEDERAL E APPS..... 23

4.4 INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS..... 26

3. METODOLOGIA..... 27

3.1 BASE CARTOGRÁFICA..... 28

3.1.1 Delimitação da microbacia, APPs e Zoneamento Urbano..... 28

3.1.2 Mapa de uso e ocupação da terra..... 29

3.2 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA..... 30

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 33

5.1 USO DE OCUPAÇÃO DO SOLO..... 33

5.2 APLICAÇÃO DO PAR..... 38

5.2.1 Ponto 1 - Lagoa do Wenzel..... 40

5.2.2 Ponto 2 - Jardim São Paulo..... 44

5.2.3 Ponto 3 - Jardim São Paulo I e Jardim Claret..... 46

5.2.4 Ponto 4 - Jardim Mirassol..... 48

5.2.5 Ponto 5 - Avenida 7 e Rua 23..... 50

5.2.6 Resultados da Aplicação do PAR..... 52

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 54

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 55

ANEXO 1 – Protocolo de Avaliação Rápida proposto por Callisto et al (2002)... 58

1. INTRODUÇÃO

O processo histórico de urbanização brasileira caracteriza-se pela intensa ocupação de territórios próximos a fontes de água, como rios, córregos, lagoas e outros cursos d'água, o que ao longo do tempo impactou negativamente esses corpos hídricos, com a destruição de matas ciliares, assoreamento, contaminação por meio de resíduos sólidos urbanos domésticos, industriais, entre outros. Além disso, com o recente agravamento dos fenômenos climáticos extremos, como chuvas torrenciais e estiagens prolongadas, a vulnerabilidade das bacias hidrográficas e ocupações adjacentes fica ainda mais evidente.

Uma das problemáticas envolvendo administrações públicas, especialmente as municipais, diz respeito à ausência de dados confiáveis, gerados por meio de metodologias certificadas que permitam formar um arcabouço técnico-científico para a elaboração de políticas públicas locais, capazes de atender aos novos cenários urbanos, sociais e climáticos, sendo estes últimos totalmente desconhecidos em micro e macroescala.

Tragédias recentes de enchentes, queimadas e estiagem colocam em risco a fauna, flora, produções agrícolas e a integridade social, o que salienta a emergência de políticas públicas de redução da degradação ambiental e recuperação de cursos d' água, em conjunto com Áreas de Proteção Permanente (APPs) e áreas protegidas por Unidades de Conservação (UCs).

Não é possível pensar em proteção, recuperação ou regeneração ambiental sem incluir nesse contexto a área urbana, suas bacias hidrográficas e o modelo de ocupação territorial adotado no Brasil. De acordo com o IBGE (2022), o último censo indicou que 61% da população brasileira vive em áreas urbanas, totalizando 124,1 milhões de pessoas, o que influencia diretamente na interação com a paisagem urbana, como afirma Bertrand (1972):

> O resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução (Bertrand, 1972, p.141).

Bertrand (1972) esclarece que as interações entre paisagem urbana e natural se entrelaçam de modo a se comportarem como organismos vivos, codependentes e compartilhando interesses mútuos.

No cenário de uma urbanização acelerada, como é o caso de Rio Claro e da maior parte das cidades brasileiras, os corpos hídricos em sua maioria são suprimidos, canalizados, soterrados, poluídos etc., devido à falta de um planejamento sustentável e de uma educação ambiental eficiente. Neste cenário, a interação entre população e esses corpos hídricos nem sempre é pacífica, uma vez que ainda é comum verificar deposição de resíduos sólidos, como sobras de alimentos, móveis e resíduos de construção civil em rios e córregos.

Os impactos negativos decorrentes da ocupação inadequada do solo, especificamente no ambiente urbano, são destacados por diversos autores, como Medinilha (1999 *apud* Marquezine e Pancher, 2012), que alertou sobre o avanço das edificações sobre áreas de proteção, especialmente matas ciliares como um fenômeno comum e, ao mesmo tempo, ameaçador no processo de urbanização das cidades brasileiras, com repercussão na qualidade dos recursos hídricos causando mudanças significativas nas margens de reservatórios e alterações na hidrologia subterrânea. Isto é resultante da larga impermeabilização do solo nas cidades, reduzindo a recuperação dos lençóis freáticos, fator ainda mais preocupante a longo prazo, já que muitos pesquisadores e administradores públicos esperavam poder recorrer à água subterrânea para suprir as demandas de abastecimento público.

É possível observar que o município de Rio Claro já enfrenta dificuldades para suprir o abastecimento público, sem levar em consideração outros usos, conforme descreve a matéria publicada por periódico local.

> Produção de água tratada precisou ser reduzida para não comprometer o fornecimento e bairros abastecidos pela ETA 1 podem ter baixa pressão ou pouco volume. Uso responsável da água é necessário neste período de poucas chuvas. Com poucas chuvas no período de estiagem, os níveis dos rios que abastecem Rio Claro continuam baixos, principalmente o Ribeirão Claro, cuja água bruta é captada pela Estação de Tratamento de Água (ETA 1) (Jornal Cidade, 2024).

Diante do macrocenário que se coloca para os dirigentes das nações ao redor do mundo e, em menor escala, das consequências vividas pela população no

dia a dia dos municípios, – que abrangem a poluição e degradação de fontes hídricas e resultam em inundações, perdas materiais e imateriais, entre outras – os estudos e pesquisas voltados ao entendimento da dinâmica das bacias hidrográficas como unidades territoriais surgem como ferramentas para instrumentalizar o planejamento e a gestão. Ross e Del Petre (1998 *apud* Marquezine e Pancher, 2012) destacam que todos os processos de interação entre homem e natureza se relacionam de alguma maneira à hidrologia, por isso a relevância para o estudo destes recursos e da ocupação do solo de forma amplificada no contexto das bacias hidrográficas, como objeto de estudo a microbacia do Córrego Wenzel, situada no município de Rio Claro.

Corroboram com a afirmação sobre a importância da bacia hidrográfica como área de estudo, a lei estadual n° 7.663/91 (SÃO PAULO, 1990), que institui a Política Estadual dos Recursos Hídricos de São Paulo (PERH) e estabelece a bacia hidrográfica como unidade básica para a gestão dos recursos hídricos, assim como a Política Nacional dos Recursos Hídricos – aprovada seis anos mais tarde – estabelecida pela lei federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que no inciso V do artigo 1º estabelece “V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos” (BRASIL, 1997).

Segundo Pires, Santos e Del Prette (2002), a bacia hidrográfica para uma abordagem de estudo hidrológico é conceituada como o conjunto de terras drenadas por um corpo d’água principal e seus afluentes, sendo considerada uma unidade ou divisão adequada ao estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes.

De acordo com Rodrigues & Castro (2008), os Protocolos de Avaliação Rápida (PARs) surgem a partir da necessidade de compreender as dinâmicas fluviais de maneira mais integrada, com uma avaliação mais interativa que permite, por meio da captação de dados in-loco e da posterior tabulação, delimitar um perfil visual, rápido e qualitativo da área estudada.

> Sobre este aspecto, é importante deixar claro que, os PAR’s não pretendem ser documentos rígidos e conclusivos; a ideia é agregar atributos básicos que devem ser considerados na avaliação ecomorfológica de ambientes

> fluviais, tanto aqueles localizados em áreas naturais quanto em áreas antropizadas (Ferreira, 2003 *apud* Rodrigues & Castro, 2008).

Além de ser uma forma mais simplificada de análise, Hannaford *et al.* (1997) ainda defendem que os PARs são alternativas de baixo custo e que oferecem resultados imediatos. Além disso, há a possibilidade da participação da comunidade no processo, o que valoriza não somente as relações sociais como também a interação ambiental.

Um exemplo de participação popular na atuação em prol do meio ambiente ocorre nos Estados Unidos, no relatório 305(b) da EPA (2000), onde 27 Estados contavam com grupos de voluntários que aplicavam os protocolos e coletavam dados.

> [...] O uso dos dados coletados por voluntários é fundamental para que os tomadores de decisão estaduais identifiquem quais corpos d'água estão contaminados ou em maior risco de contaminação. A EPA e o Congresso Nacional se baseiam em relatórios como este para definir as políticas públicas nacionais (Rodrigues & Castro, 2008, p. 167).

Dessa forma, é possível compreender os PARs não somente como um protocolo qualitativo de apresentação de informações como também uma importante ferramenta mobilizadora que pode ter grande impacto na administração pública.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi efetuar uma análise ambiental do córrego Wenzel, localizado na cidade de Rio Claro (SP), com base nos diferentes tipos de uso da terra, na avaliação das condições da bacia hidrográfica e nas determinações das legislações federal e municipal na área de estudo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discutir e relacionar as informações coletadas em campo com legislações vigentes, como o Código Florestal e o Plano Diretor Municipal de Rio Claro (2024);

- Analisar a distribuição dos tipos de usos e ocupações da terra da microbacia do córrego Wenzel dos cenários de 2007, 2014 e 2024 para discutir as alterações do território urbano e as consequências ambientais decorrentes do processo de urbanização;
- Avaliar as condições da microbacia do córrego Wenzel, localizada em Rio Claro (SP).

4. LOCALIZAÇÃO E BREVE HISTÓRICO DO MUNICÍPIO

O município de Rio Claro se localiza no interior do Estado de São Paulo, a 173 km da capital e possui uma população de 208.857 habitantes distribuídos em uma extensão de 498,422 km², com área urbanizada de aproximadamente 48,25 km². O município participa da Mesorregião de Piracicaba e Região Intermediária de Campinas (IBGE, 2024).

Rio Claro limita-se com os municípios de Araras (a Leste), Santa Gertrudes (a Sudeste), Ipeúna (a Oeste), Corumbataí (a Norte), Piracicaba (a Sul), Leme (a Nordeste), Iracemápolis (a Sudeste) e Itirapina (a Noroeste).

A classificação climática do município, segundo Köppen-Geiger (KOPPËN; GEIGER,1928), é de Clima Tropical de Altitude (Cwa) que equivale a um verão chuvoso e inverno seco. Além disso, Rio Claro se insere na Depressão Periférica Paulista, Zona do Médio Tietê.

Historicamente, Rio Claro nasceu como um distrito no ano de 1830 com o nome de São João Batista do Rio Claro, por meio de um decreto imperial, na época fazendo parte do município de Piracicaba. Doze anos mais tarde, o distrito é transferido para o município de Limeira. Já em 1845, torna-se vila São João do Rio Claro por lei provincial nº 13, de março daquele ano, ocorrendo o desmembramento dos municípios de Limeira e Mogi Mirim (Rio Claro, s/d).

Sua emancipação ocorreu em 1857 por meio da Lei Provincial nº 44, de 30 de abril daquele ano. Contudo, assim como outras cidades do interior paulista, assume com data de aniversário o dia 24 de junho, Dia de São João Batista, santo padroeiro da cidade. O nome do município foi atualizado em 20 de dezembro de 1905, quando passou a se chamar Rio Claro, conforme lei estadual nº 975 (Rio Claro, s/d).

De acordo com o geógrafo Troppmair (1993), a cidade nasce como um porto para as tropas de animais de carga que saiam de São Paulo rumo a Goiás e Minas Gerais pela região da chamada Depressão Periférica. Essas tropas faziam pausas pelo caminho, sendo uma delas na região de Rio Claro, onde os viajantes paravam antes de subir para a Serra dos Padres na região às margens do antigo Córrego da Servidão, atualmente onde se encontra a avenida Visconde do Rio Claro, mais especificamente nas Avenidas 10 e 12, entre as ruas 6 e 7. Nesta área foram construídas as primeiras residências e no ano de 1822 já haviam 800 pessoas no Bairro do Rio Claro, como era conhecido.

> São João do Rio Claro apresenta aspecto muito agradável, situado como está numa depressão arredondada. A localidade é bem construída e as casas são mais juntas umas das outras em Campinas (Tschudi, 1860, *apud* Troppmair, 1993, p. 3).

De acordo com Troppmair (1993), a expansão do município ocorre principalmente a partir de 1850, na transição da produção agrícola diversificada – caracterizada por plantações de milho, algodão, cana-de-açúcar e arroz – para a produção majoritária de café. Nesse período ocorrem transformações políticas de dimensões nacionais, como a Lei Eusébio de Queiroz, promulgada em 4 de setembro de 1850, e internacionais, como o aumento do consumo do café, impulsionando os investimentos em ampliações das áreas cultivadas no território nacional, especialmente a região do Oeste Paulista, que por seu terreno pouco acidentado e solo fértil era considerado ideal para a produção e posterior escoamento das safras.

Os primeiros indícios de uma urbanização avançada chegam ao município por meio das ferrovias, implantadas no interior paulista a partir de 1876. Esse modal de transporte tinha um objetivo claro: atender às necessidades de transporte dos produtos agrícolas, em particular o café, dos grandes fazendeiros e comerciantes locais até o Porto de Santos (APHRC, 2014).

Esses trechos ferroviários foram essenciais para a modificação cultural e econômica do município de Rio Claro e região, possibilitando um grande escoamento de produtos e atração de imigrantes, predominantemente italianos, e

migrantes brasileiros vindos em sua maioria da região nordeste do país, em busca de oportunidades de emprego (PINTO *apud* GARCIA, 1992).

A partir de 1920, Rio Claro começa a impulsionar o desenvolvimento de seu setor industrial, ao mesmo tempo em que há uma diminuição das atividades agrícolas.

> [...] em 1920, 64,4% da população ativa estava vinculada à agricultura, já em 1940 essa percentagem baixou para 48,9%. Por outro lado, a população ativa vinculada à indústria acusou um incremento nesse período, sendo que a porcentagem de 17,6% passou para 19% respectivamente. Esta fase pré-industrial, se assim podemos chamar o período de entre guerra, refletiu-se sobremaneira no crescimento populacional e na expansão da cidade (TROPPMAIR, 1978. p. 20).

Porém, é apenas a partir de 1965 que o desenvolvimento do município ocorre de maneira acentuada e acelerada, devido a fatores como o êxodo rural e a atração populacional decorrente, principalmente, do setor secundário do município, destacando-se as indústrias locais.

> A continuação da canalização do córrego da Servidão e a construção da Avenida Visconde do Rio Claro em direção à nova estação ferroviária deram uma nova feição ao espaço urbano. A estação rodoviária localizada junto a essa via expressa (Visconde do Rio Claro), contribuiu para o surgimento de novos bairros além da rodovia, onde hoje já encontramos os loteamentos: Jardim Centenário, Jardim Paulista e Jardim Nova Rio Claro. Mesmo o novo traçado da linha férrea foi ultrapassado e hoje (1993) já existem numerosos bairros naquela área como: Jardim Novo I e II, Jardim Guanabara, Jardim das Palmeiras, Jardim Maria Cristina, Jardim Nova Veneza, Jardim Esmeralda, Jardim Bonsucesso, Novo Jardim Wenzel (TROPPMAIR, 1993, p. 23).

Segundo Troppmair (1993), esse crescimento populacional vem acompanhado pela expansão urbana do município, refletindo em decisões estratégicas que ultrapassam as barreiras físicas, como a expansão dos bairros para além da rodovia Washington Luís, e assim como citado anteriormente pela impermeabilização e canalização de corpos hídricos para favorecer a ocupação urbana, como é o exemplo do Córrego da Servidão, ilustrando uma decisão

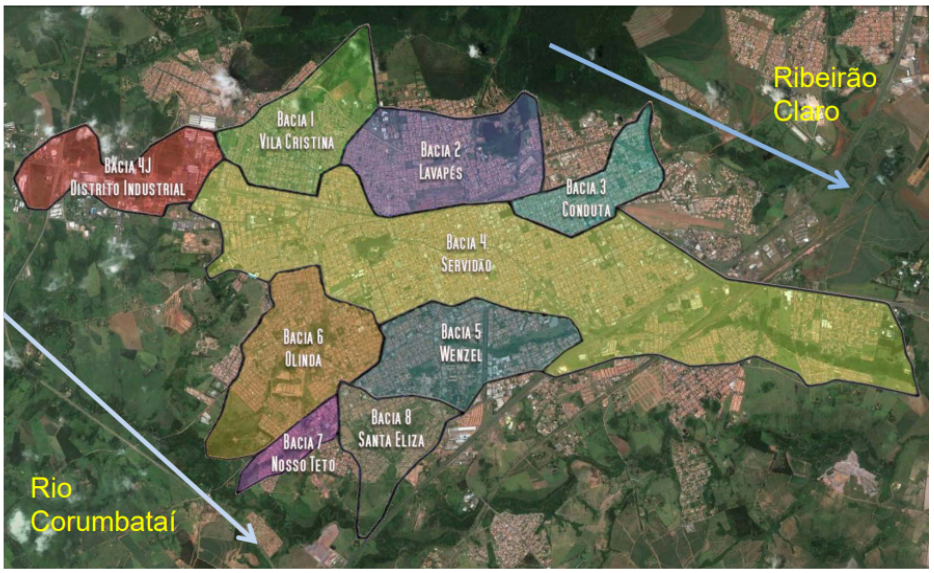
administrativa que gera ao longo do tempo suas consequências para o espaço urbano.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA DO WENZEL

A microbacia do córrego Wenzel se localiza na porção sudoeste do município, tendo seu nome originado a partir da localização de sua nascente, no bairro Jardim Wenzel. O curso d'água é um afluente direto do Córrego da Servidão, percorrendo os bairros Jardim Wenzel, Jardim São Paulo I e II, Jardim Mirassol e Cidade Claret. O Córrego da Servidão, por sua vez, corta o município sob a avenida Visconde do Rio Claro, indo desaguar no Corumbataí, que por sua vez é afluente do Rio Piracicaba, o mais importante rio da Bacia Hidrográfica do Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

A nascente da microbacia do Wenzel situa-se nas imediações das coordenadas geográficas 22°23'49"S, 47°34'50"W, sendo um dos pontos visitados neste trabalho e desaguando na confluência com o córrego da Servidão nas coordenadas 22°25'06"S, 47°34'34"W, próximo ao Terminal Rodoviário Municipal.

Figura 1 – Localização da microbacia do córrego do Wenzel.



Fonte: PMSB (2002, p.163).

O modelo atual de ocupação e uso da terra adotado em diversas cidades brasileiras gera modificações e impactos nas características físicas das bacias ao longo do tempo. Segundo Garcez e Alvarez (1988), avaliar a situação ambiental das

bacias, sub-bacias e microbacias é essencial, pois os impactos gerados nessas unidades territoriais acometem o comportamento hidrológico, resultando em impactos que atingem esferas econômicas, sociais e ambientais.

A saúde ambiental de uma bacia é relevante, segundo Dasmann *et al.* (1973) devido às relações entre características físicas e a qualidade da água transportada até sua foz.

> Neste sentido, as abordagens de planejamento e gerenciamento ambiental utilizando a BH como unidade de estudo têm evoluído bastante, desde que as mesmas apresentam características biogeofísicas que denotam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos (Dasmann *et al*, 1973, *apud* Pires, Santos, Del Prette, 2002, p. 18).

O córrego Wenzel reúne características de córregos situados em área urbana, por se tratar de um curso d'água que congrega a problemática das cidades de médio porte: uso desenfreado do solo e descaracterização das áreas de proteção, gerando problemas como enchentes, depósitos de resíduos sólidos domésticos e de construção civil, ocupações irregulares com submoradias, entre outros.

A bacia do córrego Wenzel se trata de uma unidade sob grande pressão dos diversos tipos de uso; em 1995 tinha 45% de sua área total edificada, segundo Marquezine e Pancher (2012). Em 15 anos, esse percentual atinge 58,1% do território, somando-se à ocupação urbana residencial e industrial, já que a região passou a ser foco de interesse para a instalação de indústrias, serviços de manutenção diversos e comércios, com a construção de barracões para locação.

> Os barracões que caracterizam a classe “Urbano Industrial” apresentam uma distribuição dispersa na bacia como um todo, havendo núcleos de concentração no entorno da Avenida Castelo Branco e da Rua 14, outra via de alto fluxo. Grande parte desses barracões são na verdade destinados a serviços automotivos. (Marquezine e Pancher, 2012, p. 166).

Outro aspecto preocupante apontado por Marquezine e Pancher (2012) é a redução da arborização de 6,1% para 5,7% e da área de mata de 5,3% para 2,4% entre os anos de 1995 e 2010.

O panorama atual da microbacia reúne características comuns a outras microbacias urbanas, como destacaram Monteiro e Viadana (2009) quando avaliaram a mesma área. Eles destacam:

1. Canalização e descaracterização da nascente do córrego;
2. Falta de cobertura vegetal original na nascente e ao longo de diversos trechos do percurso;
3. Descarte e deposição de resíduos sólidos domésticos e de atividade produtiva próximos à nascente e em diversos outros trechos;
4. Implantação de campo de futebol (Juventude) na área da nascente;
5. Esgoto e/ou lançamentos difusos em diversos pontos do curso do córrego (da nascente à foz);
6. Resíduos sólidos domésticos descartados irregularmente;
7. Inexistência ou inadequação da mata ciliar ao longo de diversos trechos da microbacia;
8. Trechos da APP estão sendo utilizadas para cultivos, estacionamento de veículos e, em alguns casos, para moradias;
9. Alto índice de impermeabilização do solo da bacia;
10. Ocorrência de áreas de alagamento.

Recentemente, o item 10 tem causado grande preocupação ao poder público municipal devido aos eventos climáticos extremos, como estiagens, chuvas torrenciais etc.

4.2 LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

O regramento de uso e ocupação de solo dos municípios brasileiros tem como base um arcabouço legal, cujos princípios estão na Constituição Federal (1988) e normas infraconstitucionais, as quais exigem regulamentação municipal, sendo o Plano Diretor um dos mais importantes instrumentos disponíveis à administração municipal para implementar a política urbana ao promover o ordenamento e o planejamento das cidades.

A exigência de elaboração desse plano foi prevista na lei federal nº 10.257/2001 (Estatuto da Cidade), que estabelece normas de ordem pública e de interesse social para a regulamentação do uso da propriedade urbana em prol do

bem coletivo, da segurança e bem-estar dos cidadãos, além do equilíbrio ambiental (RIO CLARO, 2024b).

> As ações previstas no Plano Diretor devem focar na garantia do direito a cidades sustentáveis, compreendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos equipamentos e serviços públicos, ao trabalho e ao lazer para as presentes e futuras gerações, resultado da gestão democrática da cidade por meio da participação de vários segmentos da comunidade na formulação, na execução e no acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano (Rio Claro, 2024b).

O Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Rio Claro, instituído pela Lei Complementar 204, publicada em 10 de julho de 2024, definiu o zoneamento do município, no qual a microbacia do Córrego Wenzel se insere nos zoneamentos: Zona Residencial (ZR) de nível 1 (NR1) e de nível 2 (NR2), Zona de Uso Diversificado (ZUD) e Zona de Proteção Ambiental (ZPA), tendo cada um suas próprias características e restrições.

As definições foram apresentadas no Capítulo 1, seção III e artigo 38 do Plano Diretor, contendo as características de cada tipo:

Quadro 1 – Definições de zoneamento urbano municipal

Zoneamentos ao entorno do Córrego Wenzel		
Inciso	**Zoneamento Urbano**	**Características**
I	Zona Residencial (ZR)	Caracterizada pelo uso residencial unifamiliar ou multifamiliar combinado, apenas, à instalação de usos não residenciais de nível 1 (NR1), não podendo funcionar em horário especial, com maiores restrições urbanísticas
III	Zona de Uso Diversificado (ZUD)	Caracterizada pela ampla possibilidade de diversificação de usos residenciais, não residenciais e mistos, de baixo e médio potenciais de incomodidade
VI	Zona de Preservação Ambiental (ZPA)	Caracterizada por se situar em áreas de fragilidade ambiental e risco geológico e pedológico ou de inundações, coberta ou não por vegetação nativa, com a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade natural, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora, dando apoio à drenagem da área urbana do Município, nas quais fica integralmente vedada a ocupação urbana

Fonte: Plano Diretor do Município de Rio Claro (2024, p. 16-17).

A zona residencial (ZR), por sua vez, tem suas próprias subdivisões, conforme apresentado com detalhamento no quadro a seguir:

Quadro 2 – Definições de Zonas Residenciais

Subdivisões da Zona Residencial e Características		
Inciso	**Zona Residencial**	**Características**
I	Residencial unifamiliar (R1)	Representado pela moradia unifamiliar, implantada conforme requisitos urbanísticos da zona em que se encontra.
III	Residencial multifamiliar (R2)	Representado pela moradia multifamiliar correspondente ao uso condominial vertical ou horizontal, implantado conforme requisitos urbanísticos da zona em que se encontra.

Fonte: Plano Diretor do município de Rio Claro (2024, p. 20).

No Capítulo IV, especificamente Título IV, artigo 201 do Plano Diretor (RIO CLARO, 2024) fica definido que cabe ao município proceder à adequada demarcação e regularização patrimonial dos parques e áreas de interesse ambiental, caracterizando-os como unidades de conservação municipal, o que inclui também a Lagoa do Wenzel, como é conhecida a área da nascente do córrego.

As paisagens urbanas analisadas em campo serão influenciadas pelo uso da terra urbano definido no zoneamento urbano do município, que por vez especifica as atividades industriais e residenciais.

A processo de tomada de decisão do poder público em relação ao uso da terra a partir do zoneamento urbano tem papel fundamental na modelagem da paisagem urbana, isto é, nos tipos de atividades liberadas pela administração para serem instaladas em uma determinada região, tendo como aspecto essencial o potencial e a intensidade de modificar o meio, ou seja, da área em que seja inserido. Diante disso, é importante entender a configuração da Microbacia Hidrográfica do Córrego Wenzel.

4.3 LEGISLAÇÃO FEDERAL E APPS

O Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012), estabelece diretrizes gerais para a proteção da vegetação nativa, abrangendo Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Reserva Legal (ARLs). Além disso, a legislação regula a exploração sustentável de recursos florestais, incluindo o fornecimento de matéria-prima de origem florestal e o controle de sua origem, assim como a prevenção e o controle de incêndios florestais. A Lei também prevê a utilização de instrumentos econômicos e financeiros para a promoção de seus objetivos de conservação e sustentabilidade, como incentivos fiscais, pagamentos por serviços ambientais, descontos em impostos, entre outros, sendo alguns deles criados no âmbito dos Estados, comitês de bacias e/ou municípios.

Conforme o Capítulo I, artigo 3º (inciso II), as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são definidas como áreas reservadas, independentemente da presença de vegetação nativa, com a finalidade de preservar patrimônios socioculturais, econômicos e naturais.

> Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

O Código Florestal ainda define no capítulo II, seção I (artigo 4º) os parâmetros para cobertura vegetal das Áreas de Preservação Permanente, que podem ser urbanas ou rurais, que devem compor as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene ou intermitente, excluídos os efêmeros, conforme quadro 6.

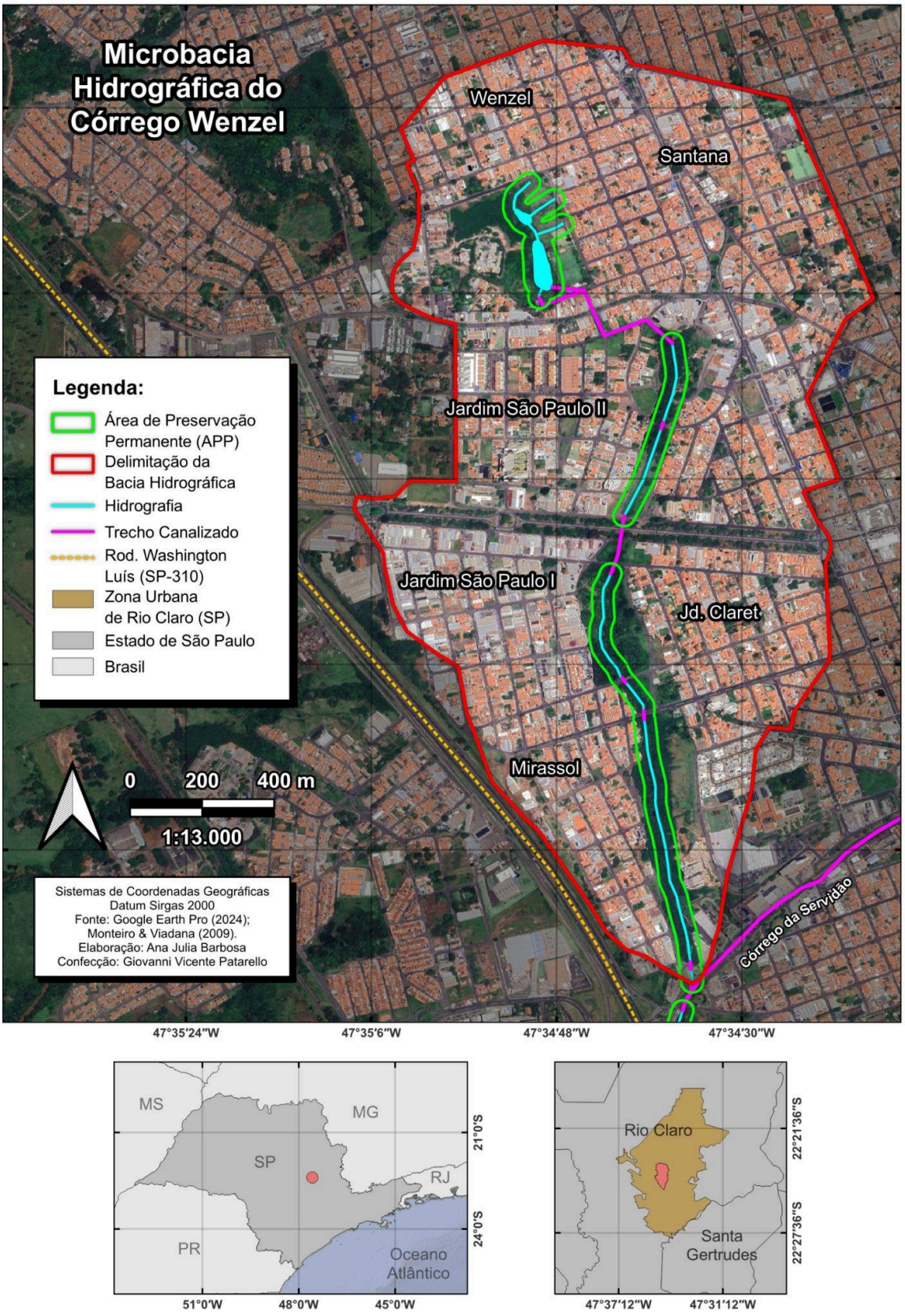
Quadro 3 – Especificações presentes no Código Florestal

Larguras das APPs (Cap. II, Seção I, Art. 4°)		
Alínea	**Largura do rio/ córrego (m)**	**Largura APP (m)**
a	<10	30
b	10 a 50	50
c	50 a 200	100
d	200 a 600	200
e	>600	500

Fonte: Código Florestal (BRASIL, 2012).

A Figura 2, apresentada a seguir, destaca a localização do município e as Áreas de Preservação Permanente da Microbacia Hidrográfica do Córrego Wenzel, sendo importante destacar que essa região de estudo localiza-se totalmente dentro da área urbana do município.

Figura 2 – Áreas de Preservação da Microbacia



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

4.4 INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS

Assim como tratado anteriormente, o processo de urbanização acelerada enfrentada pelo Brasil na segunda metade do século XX está atrelado à supressão de corpos hídricos e controversas medidas de uso da terra em prol do desenvolvimento, o que acaba resultando na alteração da paisagem urbana e gerando impactos ambientais, econômicos e sociais.

Segundo Moraes *et al.* (2012), os trechos canalizados do córrego Wenzel provocam ocorrências de alagamentos na área da microbacia.

> Apesar da atenuação da onda de cheia devido ao efeito do reservatório, verificou-se situação de extravasamento, uma vez que algumas seções do Córrego Wenzel e Córrego da Servidão percorrem condutos fechados, o que torna a vazão restrita e causa diversos pontos de alagamento (MORAES *et al.*, 2012, p. 197).

Soares (2018) corrobora com a exposição do cenário urbano do Córrego Wenzel pelo rápido crescimento e impermeabilização do solo, obtendo como consequência as inundações, causadas pelo transbordamento das águas de várzea.

É necessário, no entanto, estabelecer as definições adequadas para os fenômenos de alagamento e inundações, ambas presentes nas imediações da bacia do córrego Wenzel.

Em trecho retirado de Tucci e Bertoni (2003), destaca-se a definição de inundações:

> A inundação ocorre quando as águas dos rios, riachos ou galerias pluviais saem do leito de escoamento devido à falta de capacidade de transporte de um destes sistemas e ocupa áreas onde a população utiliza para moradia, transporte (ruas, rodovias e passeios), recreação, comércio, indústria, entre outros (TUCCI, BERTONI, 2003, p. 45).

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2007), os alagamentos caracterizam-se pelo acúmulo de água em áreas de baixa declividade por um curto período de tempo, geralmente ocasionados a partir de problemas de drenagem. Esta definição corrobora com a identificação de pontos de acúmulo de água nos arredores da bacia, ocasionados pelo processo de impermeabilização do solo urbano, o que pode gerar consequências negativas à saúde, por meio do risco

de proliferação de vetores de doenças nos empoçamentos de água, além dos riscos de desabamento.

De acordo com dados da Defesa Civil, os dois trechos mais propícios a alagamentos são: Avenida 16, entre ruas 20 e 21 (Jardim São Paulo) e Cruzamento do Córrego Wenzel com a Avenida Rio Claro, próximo ao terminal rodoviário.

> O grande problema do córrego do Wenzel ocorre nas imediações do Jardim São Paulo e na Avenida Castelo Branco. Nesses locais, ocorrem alagamentos, pois ao longo do seu percurso há passagens estreitas que não suportam os volumes de água produzidos pelas chuvas intensas (RIO CLARO, 2014).

Assim como discutido no plano municipal e pelos autores, as inundações e alagamentos estão associados às declividades e às canalizações existentes no córrego, estas últimas possuindo a função de transportar o corpo hídrico por meio e estruturas subterrâneas, possibilitando a implantação de ruas e avenidas nos locais que seriam o caminho original do córrego. Contudo, essas canalizações existentes não são eficientes em momentos de alta vazão, geralmente associadas a períodos chuvosos, resultando na sobrecarga das estruturas e impedindo a drenagem adequada.

Algumas dessas obras de engenharia foram idealizadas sem levarem em conta o crescimento exponencial das cidades ou os impactos ambientais causados pela supressão dos corpos hídricos, o que gera transtornos de ordem social aos moradores das imediações do córrego; econômico ao poder público, passa a investir cada vez mais na diminuição de prejuízos; e ambiental, danificando a estrutura das vertentes e destruindo a vegetação.

3. METODOLOGIA

Neste trabalho, foram utilizados como método de coleta de dados a pesquisa bibliográfica, com base em fontes como livros, artigos científicos, publicações periódicas e impressos diversos e, numa fase posterior, da captação de dados in-loco para aplicação do protocolo. Segundo Gil (2002, p. 45), a vantagem da pesquisa bibliográfica é permitir a cobertura de fenômenos amplos, possibilitando uma visão diversificada dos eventos.

Além disso, foi elaborada uma base cartográfica evidenciando a situação da microbacia no cenário atual, utilizando os sistemas de dados disponibilizados pelas esferas municipais e federais e de *softwares* de Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Após a elaboração de todo o embasamento teórico e da produção do material cartográfico, este trabalho utilizou-se do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), metodologia desenvolvida por Callisto (2002) e aplicada em cinco pontos distintos na bacia do Córrego Wenzel, acompanhando o desenvolvimento do córrego de sua nascente até sua foz.

3.1 BASE CARTOGRÁFICA

A base cartográfica principal foi fornecida por meio de requerimento ao Departamento de Informação Municipal (DESIM) e ao Departamento de Meio Ambiente (DMA) pertencentes respectivamente à Secretaria de Planejamento e Habitação e Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Ao DMA, foram solicitados os arquivos em formato *shapefile* com informações acerca das APPs, corpos hídricos e galerias. Ao DESIM foram solicitados os arquivos em formato *shapefile* e *dwg* do zoneamento urbano, polígonos de lotes, quadras e nomenclaturas de ruas e avenidas.

Os mapas foram confeccionados a partir do *Software* QGIS, versão 3.34.10, baixada e instalada a partir do site oficial. A escolha do *software* foi pautada na praticidade e gratuidade, sendo compatível com as bases cartográficas escolhidas. As imagens de satélite utilizadas foram do *Google Earth*, em conjunto às informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Rio Claro e pela legislação federal do Código Florestal (lei n° 12.651/2012). Todas as camadas foram georreferenciadas a partir do datum Sirgas 2000 EPSG 31983, que é um sistema de referência geocêntrico padrão do Brasil.

3.1.1 Delimitação da microbacia, APPs e Zoneamento Urbano

A delimitação dos limites da microbacia hidrográfica do Córrego Wenzel foi baseada em Monteiro e Viadana (2009), optando-se por uma sobreposição do mapa encontrado na obra dos autores com a base cartográfica organizada no *software* QGIS, a partir da imagem de satélite da empresa Google e as delimitações de quadras, ruas e avenidas e hidrografia fornecidos pela prefeitura. Com isso, foi

possível estabelecer os limites da microbacia, que foram utilizados para confeccionar todos os mapas presentes neste trabalho.

3.1.2 Mapa de uso e ocupação da terra

A metodologia utilizada no mapa de uso da terra foi diferente dos demais, aplicando-se também no *software* QGIS, com base nas imagens de satélite do Google Earth para editar manualmente as classes de uso da terra por meio de fotointerpretação, utilizando o *plugin* Serval. As categorias de uso classificadas foram baseadas no “Manual Técnico de Uso da Terra” (IBGE, 2013), adaptadas para a escala de melhor detalhe e pelo contexto da microbacia, conforme descrito no quadro 1.

Quadro 4 – Categorias de análise

CATEGORIA	COR/ CÓDIGO	DESCRIÇÃO	AMOSTRA
Edificações	#ff7f81	Paisagem antrópica envolvendo construções de casas, prédios, indústrias e locais de uso misto.	
Vegetação Arbórea	#007500	Identificada pela coloração verde-escura, simbolizada pelas copas das árvores e pela localização predominantemente próximo às APPs.	
Vegetação Rasteira	#7eff7e	Identificada pela coloração menos intensa, simbolizando uma vegetação que cresce rente ao solo como arbustos, grama etc.	

Pavimentação	#333333	Locais cobertos por pavimento asfáltico como ruas, avenidas, marginais etc.	
Solo exposto	#ffc400	Identificados por meio da coloração mais clara, associados às cores terrosas e ausência de vegetação.	

Fonte: Adaptado pela autora com base no “Manual Técnico de Uso da Terra” (IBGE, 2013).

Para a elaboração do mapa de uso e ocupação da terra levou-se em consideração três imagens de satélite (Google Earth) diferentes relativas aos anos de 2007, 2014 e 2024, com intervalo de tempo de no mínimo sete anos. A metodologia de classificação manual foi repetida nos três períodos e os resultados foram dispostos lado a lado para melhor visualização das alterações nas classes de uso e da paisagem na microbacia.

Após a classificação manual, foram extraídas as estatísticas de uso da terra por meio da ferramenta *r.report*, em metros quadrados.

3.2 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA

Neste estudo optou-se pelo uso do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) da diversidade de habitats em bacias hidrográficas, que é uma metodologia de monitoramento desenvolvida para o ensino e a pesquisa, mas com flexibilidade para ser utilizado em formato participativo, inclusive como instrumental para diversas abordagens, como uso em atividades de monitoramento de qualidade ecológica de bacias no ensino escolar (Pontini & Coelho, 2024).

Segundo os autores (Callisto *et al*, 2002), essa ferramenta foi adaptada para o contexto brasileiro, mais especificamente para as condições dos ecossistemas lóticos dos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Salienta-se que a proposta do protocolo foi construída a partir da conjugação de duas metodologias, sendo a primeira da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency), de Ohio (EPA, 1987) e, a segunda, a metodologia

desenvolvida por Hannaford *et al.* (1997). Conjuntamente, busca-se analisar os impactos antrópicos em trechos de bacias, assim como delinear e compreender quais as condições de conservação de habitats presentes do local observado.

Os autores brasileiros aplicaram o PAR em rios e córregos no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG) e no Parque Nacional da Bocaina (RJ), buscando concatenar dados que permitissem uma análise dos parâmetros gerais da área de estudo. O PAR, assim como reiterado pelos autores, é uma ferramenta que não necessita de conhecimento prévio ou de instrumentos complexos para aferir as características do corpo hídrico.

Sendo assim, o protocolo leva em consideração elementos antrópicos e naturais para analisar a qualidade dos trechos de rios e córregos, buscando medir em que situação o trecho se encontra, facilitando a identificação não apenas de locais degradados, mas também de possíveis trechos de risco futuro.

A vantagem em fazer uso deste protocolo está no fato de ser uma ferramenta simplificada, na qual não são necessários materiais complexos para aferir as condições atuais do trecho desejado, uma vez que se baseia na observação das características já existentes.

Nesse sentido, é importante também ressaltar que o PAR não é uma metodologia destinada a um uso exclusivamente técnico, uma vez que não fornece recursos e/ou informações suficientes para alimentar um relatório diagnóstico detalhado sobre as condições ambientais dos trechos analisados. Assim, o PAR tem sua utilização pautada na observação e na potencialidade de aferir e destacar áreas de possível degradação que necessitam de uma atenção do poder público.

No Quadro 2, estão listados os parâmetros ambientais observados, os quais possuem uma descrição e pontuação individual que, ao serem somadas, resultam em um valor utilizado para classificar a situação do trecho do córrego. As adaptações foram realizadas com base no protocolo base (Anexo I).

Quadro 5 – Parâmetros analisados

Tipo de Ocupação das Margens do Corpo d'água (principal atividade)	Presença de plantas aquáticas
Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Extensão de rápidos
Alterações antrópicas	Frequência de rápidos
Cobertura vegetal no leito	Tipos de substrato
Odor da água	Deposição de lama
Oleosidade da Água	Depósitos sedimentares
Transparência da água	Alterações no canal do rio
Tipo de fundo	Presença de Mata Ciliar
Tipos de fundo	Estabilidade das Margens
Características do fluxo das águas	Extensão de Mata Ciliar

Fonte: Adaptado de Callisto *et al* (2002, p. 93-94).

Neste trabalho, foram utilizados no total dez (10) parâmetros dos 12 originais presentes na literatura base de Callisto *et al*. (2002), não levando em consideração os parâmetros "odor do sedimento (fundo)" e "oleosidade do fundo". A adaptação foi realizada para a observação durante o trabalho de campo, não sendo necessário coletar amostras do fundo do leito do córrego para análise.

Com a adaptação feita nos parâmetros, a pontuação da classificação também sofreu alterações, pois a pontuação máxima da metodologia original é de 100 pontos e, após a alteração, a pontuação máxima foi de até 92 pontos. As classes ainda permanecem com o mesmo intervalo numérico da bibliografia original, sendo alterada somente a proporção.

Foram escolhidos cinco pontos de aplicação do PAR, procurando abranger todos os tipos de cenários possíveis de serem encontrados ao longo do córrego, sendo o primeiro na nascente e o último na foz. Os três pontos intermediários estão posicionados em locais de interações distintas, localizados em áreas industriais, locais de baixa arborização ou locais com presença de alagamentos e/ou inundações, possibilitando ter uma visão geral do cenário em que o córrego está inserido.

Após a aplicação do PAR e somatória dos pontos, é possível enquadrar o trecho em uma das três situações, conforme exposto no Quadro 6.

Quadro 6 – Classificação Ambiental

Pontuação	Situação
0–37	Naturais
38–54	Impactados
55–92	Alterados

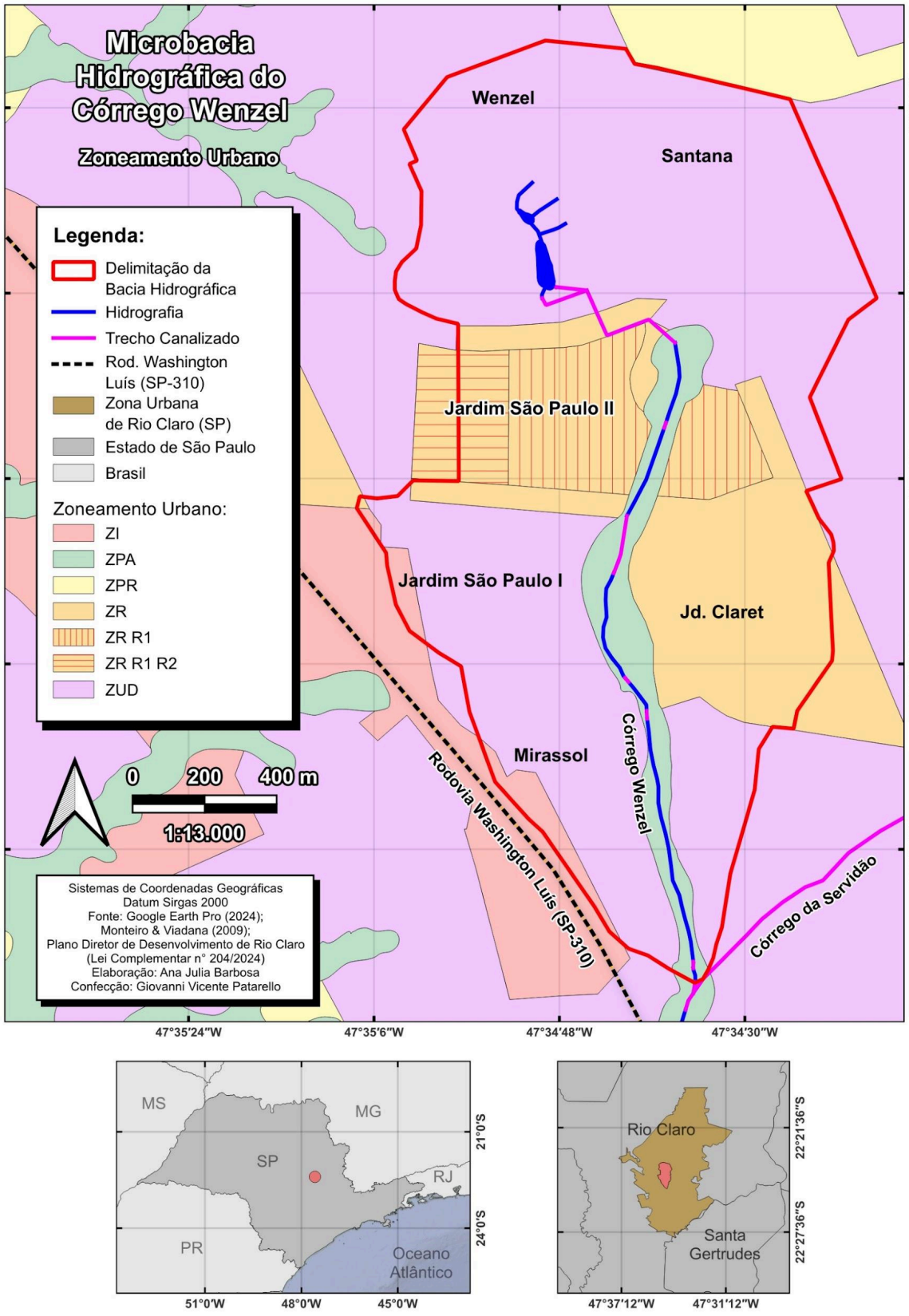
Fonte: Adaptado de CALLISTO *et al* (2002).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 USO DE OCUPAÇÃO DO SOLO

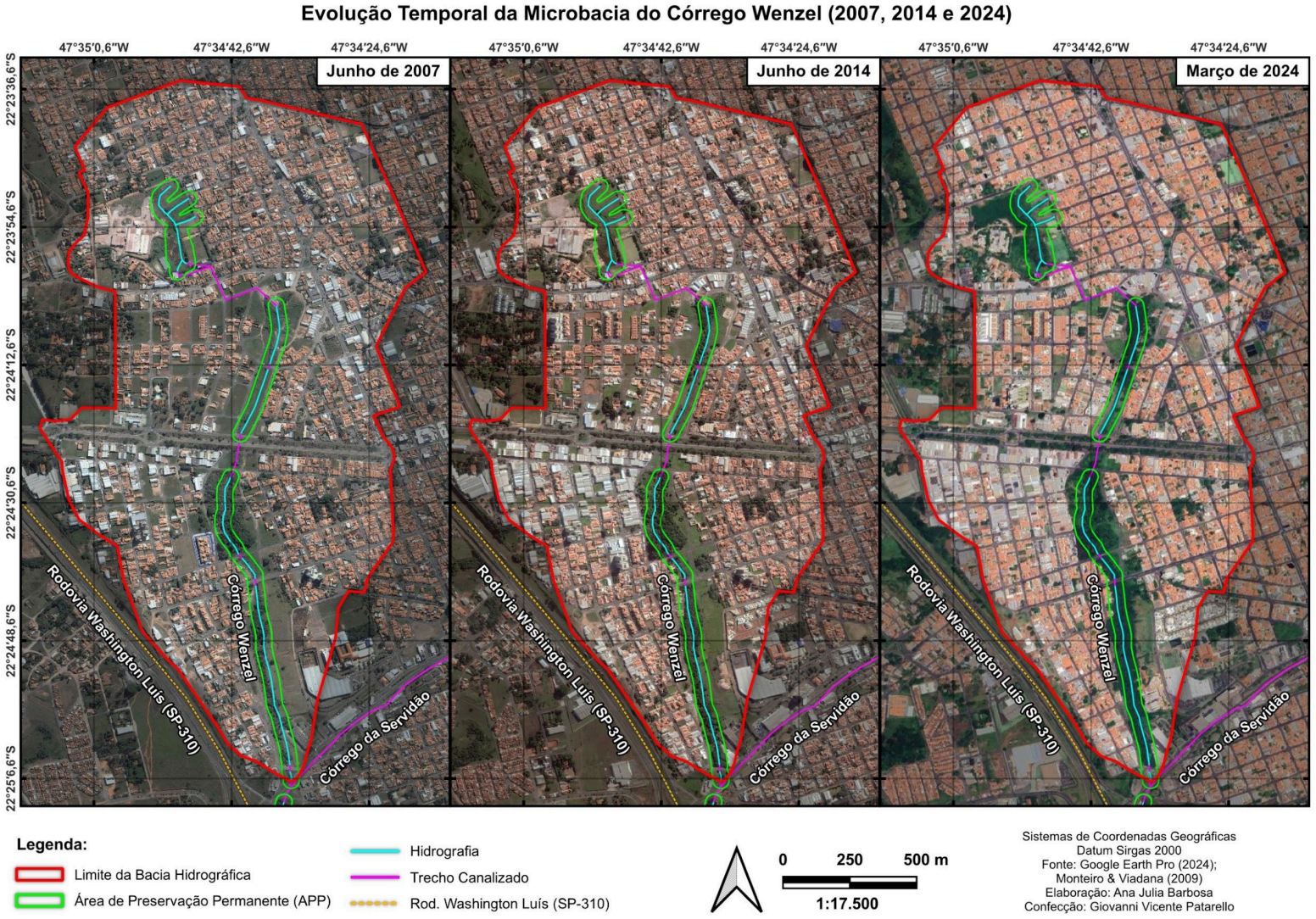
O resultado dos mapas de zoneamento urbano, evolução da ocupação da bacia e da classificação manual das classes de uso da terra podem ser observados respectivamente nas Figuras 3, 4 e 5, seguido dos resultados quantitativos apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Figura 3 – Zoneamento Urbano do córrego Wenzel



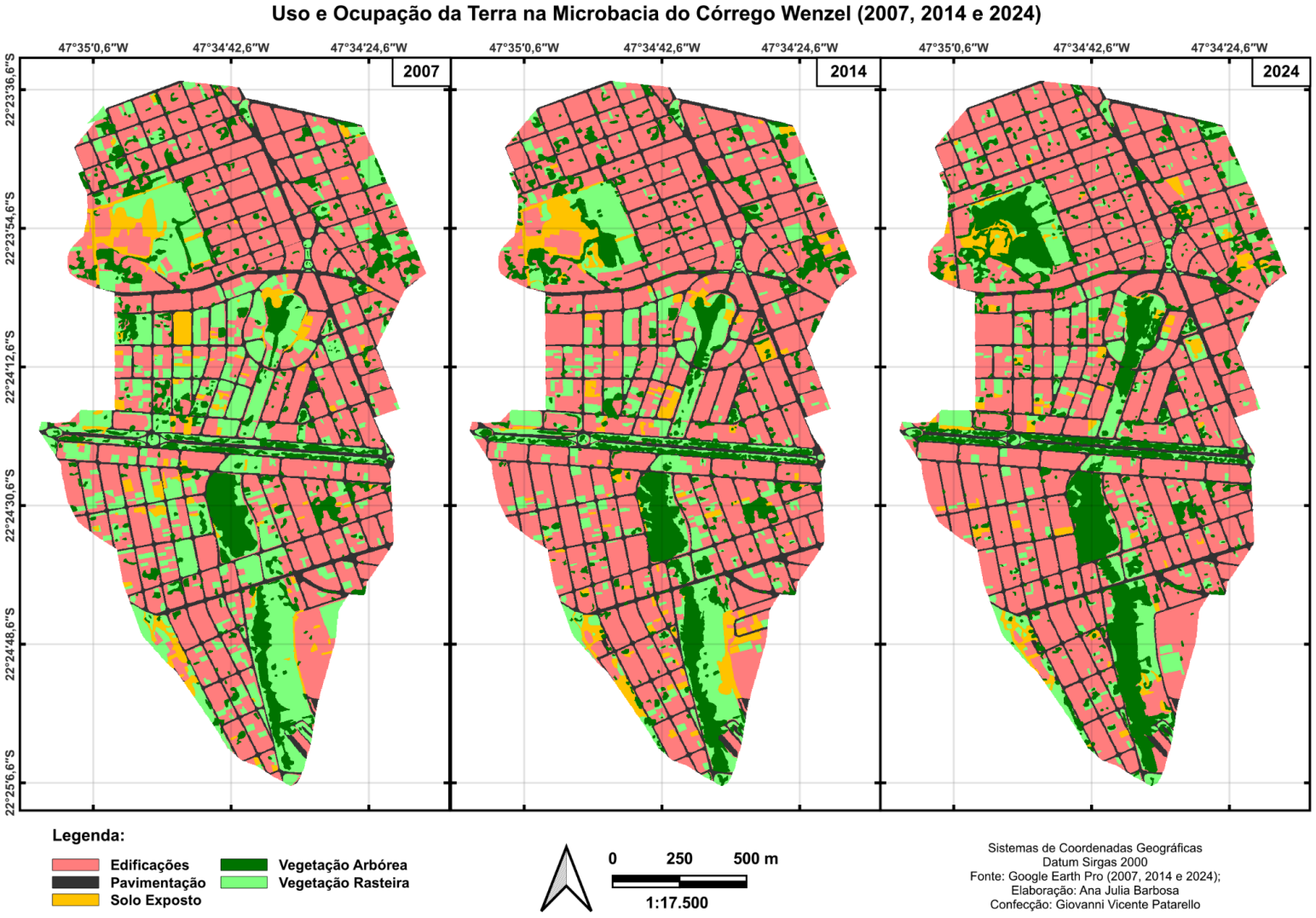
Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 4 – Evolução da ocupação na bacia do córrego Wenzel



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Figura 5 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do córrego Wenzel.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 1 – Uso e Ocupação da Terra na Microbacia do Córrego Wenzel (2007)

Classe	Área		
	(m²)	(ha)	(%)
Edificações	1.249.152	124,92	48,40%
Vegetação Arbórea	310.894	31,09	12,05%
Vegetação Rasteira	558.042	55,80	21,62%
Pavimentação	360.562	36,06	13,97%
Solo Exposto	102.247	10,22	3,96%
Total	**2.580.897**	**258,09**	**100%**

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2 – Uso e Ocupação da Terra na Microbacia do Córrego Wenzel (2014)

Classe	Área		
	(m²)	(ha)	(%)
Edificações	1.407.493	140,75	54,54%
Vegetação Arbórea	341.046	34,10	13,21%
Vegetação Rasteira	348.208	34,82	13,49%
Pavimentação	365.502	36,55	14,16%
Solo Exposto	118.648	11,86	4,60%
Total	**2.580.897**	**258,09**	**100%**

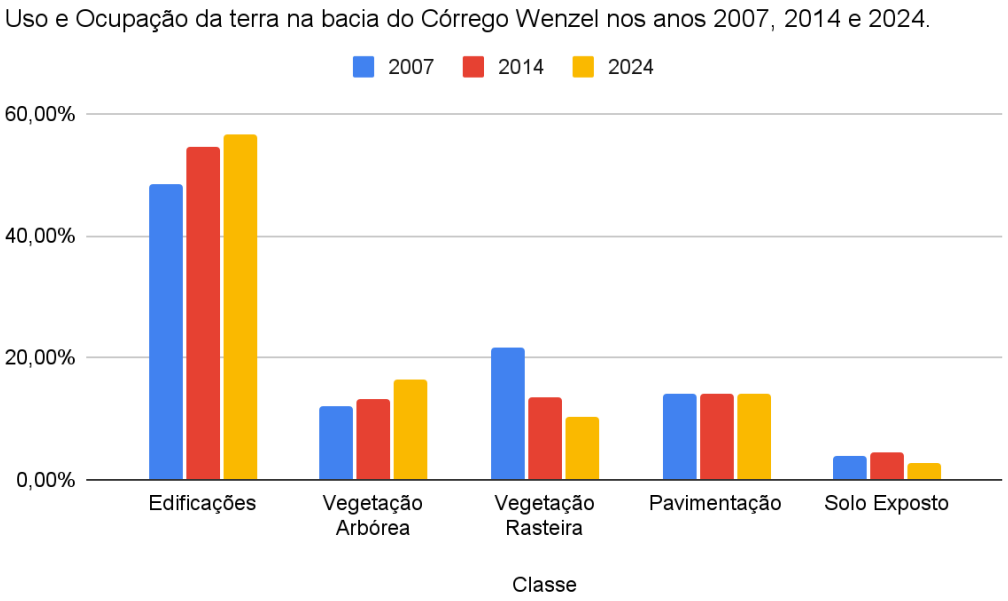
Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3 – Uso e Ocupação da Terra na Microbacia do Córrego Wenzel (2024)

Classe	Área		
	(m²)	(ha)	(%)
Edificações	1.460.284	146,03	56,58%
Vegetação Arbórea	420.447	42,04	16,29%
Vegetação Rasteira	263.805	26,38	10,22%
Pavimentação	366.513	36,65	14,20%
Solo Exposto	69.848	6,98	2,71%
Total	**2.580.897**	**258,09**	**100%**

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6 – Gráfico de Uso e Ocupação da terra na bacia do Córrego Wenzel



Fonte: Elaborado pela autora.

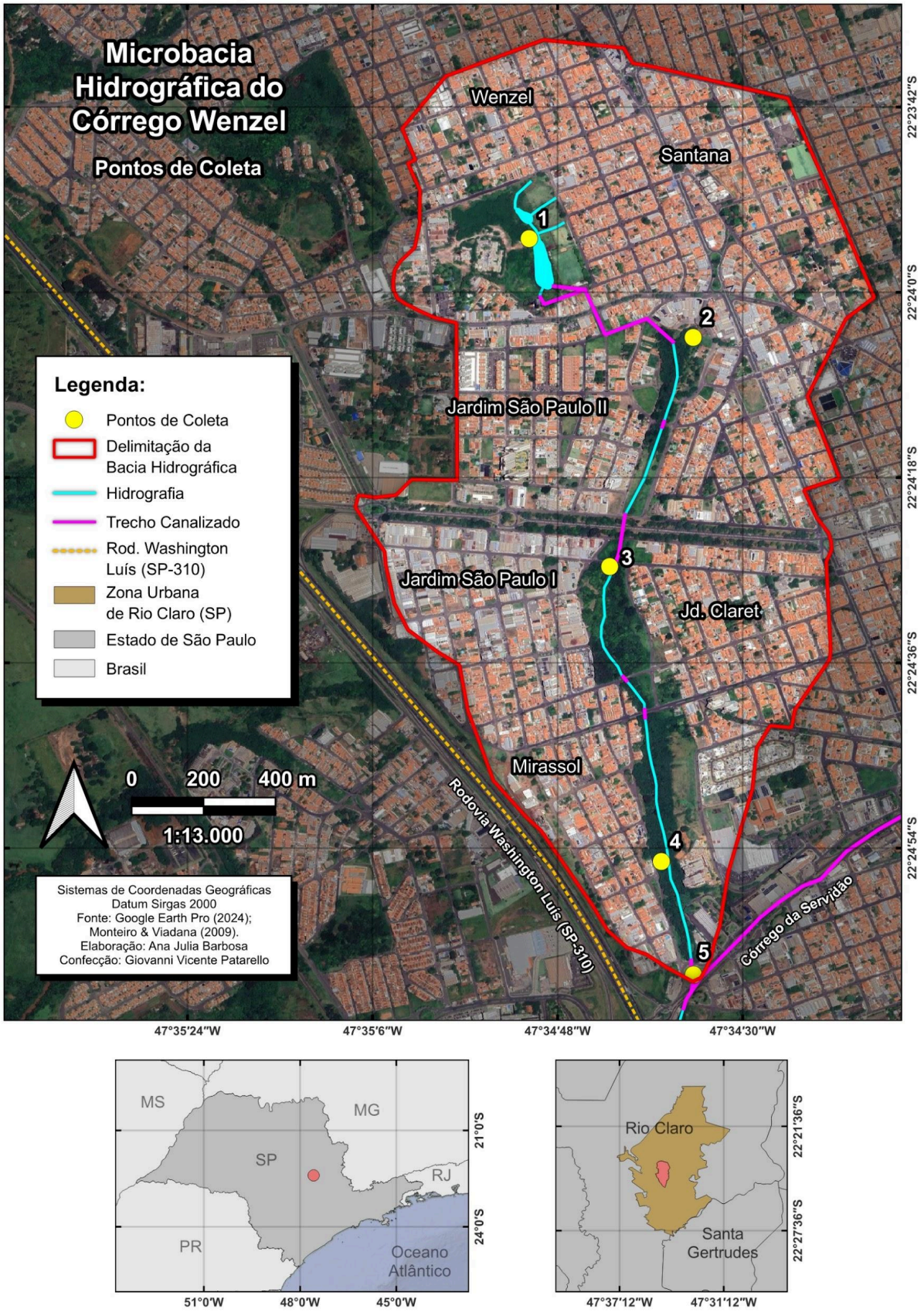
Com os resultados apresentados pela classificação manual do uso da terra, é possível notar um aumento da metragem total de edificações na microbacia, apesar de apresentar, no ano de 2007, características urbanas já bastante consolidadas, saltando de 48,40% no ano de 2007 para 56,58% em 2024.

Outro aspecto que pôde ser observado é um crescimento da vegetação arbórea, principalmente nas margens do córrego, substituindo a vegetação rasteira que predominava na região. A vegetação arbórea tem o crescimento de 12,50% para 16,29% no ano atual, consequentemente substituindo a vegetação herbácea que teve uma queda de 21,62% no ano de 2007 para 10,22% em 2024.

5.2 APLICAÇÃO DO PAR

O Protocolo de Avaliação Rápida foi adaptado à área de interesse estudada e aplicado em cinco pontos distintos ao longo da bacia do córrego Wenzel, ilustrados na Figura 7.

Figura 7 – Pontos de coleta



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

5.2.1 Ponto 1 - Lagoa do Wenzel

O primeiro ponto está posicionado nas coordenadas 22°23'49"S, 47°34'50"W, local conhecido como Lagoa do Wenzel. A coleta de informações deste local foi feita separadamente dos outros pontos, uma vez que a lagoa está situada em um local de difícil acesso em dias chuvosos pela presença do solo instável às margens do córrego.

O primeiro aspecto observado foi a existência de calhas de direcionamento para o escoamento superficial das águas pluviais do bairro, desaguando no córrego (Figura 13). Essa canalização, que faz a conexão de parte do córrego com o escoamento da rua, é repleta de resíduos sólidos domésticos, além de outros elementos como estruturas de madeira e resíduos de construção civil, como partes de cercas e de blocos de concreto.

Na entrada da lagoa, foi possível observar um grande trecho onde a vegetação foi destruída por um incêndio (Figura 12) próximo à área do córrego, onde não há cercamento que defina com clareza os limites da área de APP e que garanta a proteção da população.

As áreas de APP, demarcadas na Figura 4, deveriam compor um sistema de preservação que integrasse a paisagem, o bem-estar da população e do corpo hídrico, segundo o que preconiza o Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012). No entanto, o que foi observado foi a existência de uma vegetação rasteira, com algumas plantações de tubérculos às margens da nascente e presença de assoreamento no leito.

Todas as áreas ao redor da nascente, córrego e lagoa são expostas, com uma vegetação rasteira totalmente desfigurada da vegetação nativa ou da composição necessária para a proteção do solo e do corpo hídrico. Outro aspecto extremamente negativo é o acesso humano e de animais ao local, gerando maior deterioração da cobertura vegetal já deficiente, descartes de resíduos, ocupações irregulares entre outros problemas constatados nas figuras 8, 9 e 10.

Figura 8 – Nascente do córrego



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 9 – Margens do córrego



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 10 – Margens e vegetação.



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 11 – Lagoa do Córrego Wenzel



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 12 – Vestígios de queimadas nas imediações do córrego



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 13 – Escoamento de água



Fonte: Registrado pela autora (2024).

5.2.2 Ponto 2 - Jardim São Paulo

O segundo ponto está localizado nas coordenadas 22°24'03"S, 47°34'34"W, que estão situadas no bairro denominado Jardim São Paulo II, próximo a um ecoponto. Para chegar até esse trecho, o córrego percorreu um trecho canalizado subterrâneo que começa na Lagoa do Wenzel (ponto anterior) e chega até o ponto atual.

A primeira característica observável no local é a ocupação de parte considerável do bairro por empresas de prestação de serviços, como oficinas mecânicas, comércios, restaurantes, lojas e indústrias, as quais utilizam as imediações do córrego como estacionamento para veículos de grande e médio porte, predominantemente caminhões e automóveis.

Este uso impacta diretamente nas condições de conservação da vegetação, sendo esta praticamente inexistente nos arredores do córrego, estando mais presente nas margens. Sem vegetação, a estabilidade do solo às margens do córrego é afetada, ocorrendo deslizamentos e assoreamento no leito.

Outro aspecto observado foi a deposição de resíduos sólidos, resultantes de um descarte inapropriado a poucos metros do ecoponto. Com isso, ao longo do leito, margens e imediações do córrego, é possível identificar objetos, como pneus e restos de madeira (Figura 15), resíduos domésticos e, principalmente, resíduos de construção civil. A situação demonstra também a inação do poder público municipal, seja na educação ambiental, no monitoramento e na fiscalização desses descartes.

A abertura do córrego ocorre num trecho de grande fluxo de pessoas e de veículos, atraído pelas empresas e pelo ecoponto. Nas margens é possível verificar a presença de vegetação, porém escassa e concentrada em apenas uma das margens, conforme registrado nas figuras 14 e 16.

Figura 14 – Segmento principal do córrego com resíduos em superfície



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 15 – Resíduos domésticos, entulho e de atividade industrial/comercial.



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 16 – Margens e vegetação



Fonte: Registrado pela autora (2024).

5.2.3 Ponto 3 - Jardim São Paulo I e Jardim Claret

O terceiro ponto está localizado na confluência dos bairros Jardim São Paulo I e Jardim Claret, observado a partir da avenida 12, entre as ruas 22 e 23, coordenadas 22°24'26"S, 47°34'43"W. O acesso ao córrego foi dificultado pela vegetação e pela vertente íngreme, com alguns trechos com solo instável e escorregadio, especialmente em períodos de chuva.

É possível observar uma grande quantidade de resíduos sólidos em suspensão, principalmente do tipo doméstico (Figura 17), com deposição não somente na extensão do córrego como também nas margens e arredores dele.

A vegetação presente nas margens é bastante evidente se comparada aos pontos anteriores, o que reduz o acesso de pessoas às imediações do córrego e permite maior desenvolvimento ecológico nos arredores.

A margem direita do córrego (à montante) é completada pelo bairro Jardim São Paulo I, com presença majoritariamente de empresas, estando inserido na zona de uso diversificado (ZUD) de acordo com a lei complementar n° 204 (Rio Claro, 2024). As imediações são utilizadas como estacionamento de veículos particulares, com uma grande movimentação de veículos de grande porte das fábricas.

A parte à esquerda é completada pelo bairro Jardim Claret, composto por residências, uma vez que está inserido na zona residencial (ZR) de acordo com o plano diretor do município (RIO CLARO, 2024). Foi possível observar uma menor movimentação deste lado do córrego, com presença de locais com mudas de plantas nativas que aparentavam ser cuidadas pelos moradores locais.

Figura 17 – Resíduos sólidos em suspensão



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 18 – Vegetação nas margens do córrego



Fonte: Registrado pela autora (2024).

5.2.4 Ponto 4 - Jardim Mirassol

O quarto ponto está situado na rua 23, coordenadas 22°24'55"S, 47°34'38"W, inserido no bairro Jardim Mirassol, zona de uso diversificado (ZUD), caracterizando um uso misto com predominância de indústrias. Por se tratar de um trecho sem nenhum cercamento, foi observado um fluxo grande de carros e pessoas, atraídas pelas fábricas que se instalaram próximas ao córrego.

A ausência de mata ciliar nativa ao longo do trecho também é observada, com maior presença de vegetação na margem esquerda, expondo a vertente que apresenta sinais de erosão. A margem direita tem menor elevação se comparada à esquerda, facilitando o acesso ao córrego pelos moradores a partir da Rua 23.

O leito não tem uma grande deposição de resíduos sólidos, porém é notável alguns materiais que sinalizam a presença antrópica, como lençóis, varais etc (Figura 20).

Figura 19 – Vegetação nas margens



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 20 – Vista da vertente e resíduos sólidos nas margens



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 21 – Sinais de erosão nas margens



Fonte: Registrado pela autora (2024).

5.2.5 Ponto 5 - Avenida 7 e Rua 23

O último ponto observado está localizado nas coordenadas 22°25'06"S, 47°34'34"W, situado na Avenida 7 com a Rua 23, quadra completada pela Avenida Presidente Tancredo de Almeida Neves.

Neste ponto, há a confluência que caracteriza o final do Córrego Wenzel desaguando no Córrego da Servidão. Este trecho apresenta a menor classificação no PAR dentre os pontos visitados, fato que é corroborado pela ausência de mata nativa e por ter sua pequena extensão totalmente canalizada, sem delimitação ou cercamento. Por ser localizado na saída da cidade, o trecho está numa região de grande fluxo de veículos e pessoas, não sendo delimitado por placas ou mesmo limitadores que impeçam a passagem de animais e pessoas.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico, essa região é considerada uma “área de inundação”, já que não apresenta condições hidráulicas adequadas para o esgotamento da bacia em dias de chuvas intensas, sendo o diâmetro da tubulação existente um dos fatores geradores da questão (Rio Claro, p. 556).

Figura 22 – Vegetação nas margens do córrego no último ponto.



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 23 – Canalização que dá origem ao último trecho do córrego



Fonte: Registrado pela autora (2024).

Figura 24 – União do Córrego Wenzel e Córrego da Servidão



Fonte: Registrado pela autora (2024).

5.2.6 Resultados da Aplicação do PAR

Após a aplicação do PAR nos cinco pontos visitados em campo, as pontuações foram somadas e classificadas conforme Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados obtidos na aplicação do PAR.

Pontos	Localização (Coordenadas)	Pontuação	Curso	Resultado da Classificação
1	X: 234271.40 Y: 7520818.09	34	Alto	Impactado
2	X: 234758.74 Y: 7520505.51	24	Médio	Impactado
3	X: 234536.45 Y: 7519802.69	53	Médio	Alterado
4	X: 234716.21 Y: 7518860.63	39	Médio	Alterado
5	X: 234791.53 Y: 7518593.78	18	Baixo	Impactado

Fonte: Adaptado de Callisto (et al., 2002)

Assim como evidenciado anteriormente, os cinco pontos analisados apresentam resultados de classificação *Impactado* e *Alterado*, não possuindo nenhum trecho considerado *Natural*. O ponto analisado que mais se aproximou foi o terceiro ponto, com maior pontuação somada.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é a localização dos pontos *Impactados*, nas extremidades da bacia. O ponto com menor pontuação se localiza na união do Córrego Wenzel e o Córrego da Servidão, totalmente cercado de pavimentação e ausente de qualquer auxílio natural ou mata ciliar.

> Apesar da intensa ocupação observada nos últimos anos, a área ainda apresenta uma considerável preservação de sua mata ciliar, o que, no entanto, não representa o cumprimento da legislação vigente (Marquezini e Pancher, 2012).

Na bibliografia consultada de Marquezine e Pancher (2012), há o destaque do trecho acima, afirmando que o trabalho feito na microbacia apresentou resultados de relativa preservação de mata ciliar, o que não pode ser reafirmado no

presente. Em razão do não cumprimento da legislação vigente e dos aspectos observados nos trabalhos de campo, verificou-se que a microbacia apresenta características preocupantes que indicam uma alteração ambiental considerável, merecendo a atenção do poder público.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da aplicação da metodologia do Protocolo de Avaliação Rápida, adaptado de Callisto *et al* (2002), foi possível identificar áreas sensíveis dentro do contexto da microbacia do córrego Wenzel, determinando possíveis áreas de risco a partir da análise de características antrópicas e naturais, cruzando dados com as premissas de ordenamentos de uso de solo municipal, como os planos de Saneamento Básico e o Plano Diretor de 2024 e de ordem nacional, como o Código Florestal e o Estatuto das Cidades.

Essas informações possibilitam que os resultados obtidos sejam analisados de forma ampla, levando em consideração aspectos de uso do solo, planejamento urbano, ocupação e supressão de recursos hídricos para conseguir, em primeiro momento, a visualização do amplo contexto em que o córrego está inserido. Em segunda instância, pode-se utilizar os resultados para embasar e promover medidas mais detalhadas nos pontos de maior sensibilidade e que necessitam de maior atenção.

Três dos cinco pontos analisados foram classificados como “impactados”, sendo dois deles relatados como trechos de inundações em épocas de chuva. Em particular, o trecho mais degradado é o Ponto 5, na confluência do Córrego Wenzel com o Córrego da Servidão. Neste trecho, é possível notar a ausência de elementos naturais e o uso recorrente de artifícios de canalização e retificação.

Os cenários urbanos cada vez mais carecem de áreas verdes, que deveriam ser protegidas de forma ampla e irrestrita, seja pela constante fiscalização e monitoramento do Poder Público, ou ainda pela sociedade civil, por meio de associações de bairro e ONGs (Organizações Não-governamentais). A urgência de políticas de preservação e valorização de áreas de risco nasce a partir da necessidade iminente de adotar medidas e metodologias que busquem mitigar os eventos climáticos e naturais atuais, que ameaçam a natureza e o bem-estar humano.

Dessa forma, o PAR cumpre sua função enquanto metodologia ágil, simples e acessível. No entanto, é indispensável a ação imediata do poder público nas áreas classificadas, principalmente as impactadas, desenvolvendo novos protocolos e metodologias locais, uma vez que o PAR não fornece informações demasiadamente detalhadas sobre os impactos ambientais, anomalias ou qualidades presentes nos trechos, sendo em alguns momentos subjetivo quanto aos parâmetros indicados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012**. Institui o novo código florestal brasileiro. Brasília, DF, (Planalto). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm. Acesso em 2 de out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.422, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF, Planalto (site). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em 16 set. 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em 8 out. 2024.

CALLISTO, Marco et al. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, 2002.

CRISPIM,D.; LEITE,R. P.; CHAVES, A. D. C. G.; MARACAJA, P. B.; BARBOSA R. C. A.; CAJA,D. F. Diagnóstico ambiental do rio Piancó próximo ao perímetro urbano da cidade de Pombal-PB. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental–RBGA**, Pombal, v. 7, n.3, p. 01-06, jul./set. 2013.

ESTEVES, F. A. Fundamentos da limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: **Atlas**, 4ª ed. - 2002.

HANNAFORD, M.J.; BARBOUR, M.T.; RESH, V.H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. J. N. Am. Benthol. Soc., v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997.

IBGE. IBGE Cidades. Rio Claro: **IBGE, 2024**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/rio-claro/panorama. Acesso em 27 de agosto de 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Uso da Terra. 3ª edição. Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=281615.

JORNAL CIDADE. Rio Claro em alerta hídrico: estiagem exige uso consciente da água. **Jornal Cidade**. 13 de ago. 2024. Disponível em: https://www.jornalcidade.net/rc/rio-claro-em-alerta-hidrico-estiagem-exige-uso-consciente-da-agua-2/266420/. Acesso em 16 set. 2024.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

MARQUEZINI, L.C. PANCHER, A.M. APLICAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS NA ANÁLISE DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA: O CASO DA BACIA DO CÓRREGO WENZEL EM RIO CLARO (SP). **REVISTA GEONORTE**, 3(5), 161–172. Disponível em: periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/2067. Acesso em 27 set. 2024.

MEDINILHA, A. A degradação da mata ciliar e os impactos nos recursos hídricos desencadeados pela expansão urbana de Rio Claro/SP no entorno do Rio Corumbataí. (tese de mestrado). **São Carlos** :[s.n.],1999.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. CARVALHO, C. S; MACEDO, E.S.de; OGURA, A.T., organizadores. Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios. **1ª Ed. Brasília: Ministério das Cidades**; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007.

MONTANHA, Alexandre Lombardo. Análise dos processos de alagamento e inundação da bacia do Córrego Mirassol, em Rio Claro-SP. 2017.

MORAES, Isabel Cristina *et al*. Interferência do uso da terra nas inundações da área urbana do córrego da servidão, Rio Claro (SP). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 13, n. 2, 2012.

PENTEADO, M.M. Contribuição ao Estudo do clima no estado de São Paulo: caracterização da área de Rio Claro. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 6, n. 11, p. 33-39, 1966

PENTEADO, M. M. Geomorfologia do Setor Centro-Ocidental da Depressão Periférica Paulista São Paulo: USP - Instituto de Geografia, 1976. (**Série Teses e Monografia n. 22**).

PENTEADO-ORELLANA, M. M. Estudo Geomorfológico do sítio urbano de Rio Claro (SP). In: **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 21, n. 42, p. 23-56, 1981.

PINTO, Júlia Amabile Aparecida Souza. De Horto Florestal a Patrimônio Ambiental:: Um olhar da História Ambiental para Rio Claro (SP). **Revista Hydra: Revista Discente de História da UNIFESP**, v. 5, n. 9, p. 67-106, 2021.

PONTINI, V. V.; COELHO, A. L. N. ESTUDANTES-PESQUISADORES: O PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS ESCOLAS. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 25, n. 100, p. 01–14, 2024. DOI: 10.14393/RCG2510070849. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/70849. Acesso em: 10 dez. 2024.

RIO CLARO (a). Prefeitura de Rio Claro. História da cidade. Rio Claro, **Prefeitura de Rio Claro** (site), s/d. Disponível em: https://www2.rioclaro.sp.gov.br/municipio/municipio-home.php#:~:text=O%20munic%C3%ADpio%20surgiu%20em%201845,para%20Rio%20Claro%20em%201905. Acesso em 16 set. 2024.

RIO CLARO (b). Plano diretor. **Prefeitura de Rio Claro** (site), s/d. Disponível em: https://www2.rioclaro.sp.gov.br/pd/. Acesso em 29 set. 2024.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. 2008.

ROSS, J. L. S. e DEL PRETTE, M. E. Recursos hídricos e as bacias hidrográficas: âncoras do planejamento e gestão ambiental. In: Revista do Departamento de Geografia/ **Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP** - n. 12, 1998. p. 89-122.

SÃO PAULO**.** Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**: primeiro plano do Estado de São Paulo. São Paulo, DAEE, 1990.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A.F.M. (editores). Conceitos de bacias hidrográficas : teorias e aplicações. Ilhéus, Ba : **Editus**, 2002.

SENADO. Brasil: reservatório de água do mundo. Brasília. Agência Senado. 2013.Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2013/03/19/brasil-reservatorio-de-agua-do-mundo#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20pa%C3%ADs,e%20termina%20no%20Oceano%20Atl%C3%A2ntico. Acesso em 16 set. 2024

TROPPMAIR, H. Aspectos históricos e geográficos de Rio Claro. Rio Claro: **Arquivo Público e Histórico do Município de Rio Claro "Oscar de Arruda Penteado"**, 1993.

TUCCI, Carlos E. M.; MONTENEGRO, Marcos H. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Gestão do Território e Manejo Integrado das Águas Urbanas. Brasília: **Ministério das Cidades**, 2005.

TUCCI, Carlos E. M. Água Doce. Rio Grande do Sul: **IPH/UFRGS**, 1997.

TUCCI, Carlos E. M. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Gestão de Águas Pluviais Urbanas – Saneamento para todos. Brasília: **Ministério das cidades**, 2005.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. Inundações urbanas na América do Sul. Porto Alegre, RS: **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, 2003.

ANEXO 1 – Protocolo de Avaliação Rápida proposto por Callisto *et al* (2002)

Quadro 7– Protocolo utilizado na coleta.

Localização			
Data de Coleta: ___/___/___	**Hora da Coleta: _____**		
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de Ambiente: ( ) Córrego ( ) Rio			
Largura:			
Profundidade:			
Temperatura da água			
PARÂMETROS	**PONTUAÇÃO**		
	4 PONTOS	**2 PONTOS**	**0 PONTOS**
1.Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2.Erosão próxima e/ ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3.Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas, canalização, retilinização do curso do rio)
4.Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5.Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/ Industrial
6.Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7.Transparência da água	Transparente	Turva/ cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8.Tipo de fundo	Pedras/ Cascalho	Lama/ Areia	Cimento/ Canalizado
PARÂMETROS	**PONTUAÇÃO**		
	5 PONTOS	**3 PONTOS**	**2 PONTOS**	**0 PONTOS**

9.Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados: pedaços de troncos submersos, cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados: habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; Ausência de habitats óbvia; Substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
10.Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
11.Frequência de Rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
12.Tipo de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; Cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
13.Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
14.Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.

15. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado	Margens modificadas acima de 80% do rio modificado.
16. Características do Fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" expostos.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
17.Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal"	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente, mas moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Menos de 50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.
18.Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
19.Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa	Largura da vegetação ripária menor que 6m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica

20.Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifíton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).

Fonte: Adaptado de Callisto *et al* (2002, p. 93-94)